

геофільтрації, широкого використання методів фільтраційного опору та аналітичних моделей в можливостях врахування внутрішньодренної гідравліки дренажу, коли розглядається сумісна задача фільтрації ґрунтового потоку в зовнішній області (ґрунті) та руху води у внутрішній області (дрени) [5], а також досліджень різних схем водопритоку для умов взаємодіючих систем променевого дренажу [1, 5].

Отже, впровадження променевих дренажів для вирішення проблем підтоплення є дуже актуальним. Аналіз досліджень в цьому напрямку показує, що удосконалення методів розрахунку променевих дренажів полягає в уніфікації існуючих методів розрахунку, розробці нового програмного забезпечення для розв'язання задач геофільтрації, широкого використання методів фільтраційного опору та аналітичних моделей в можливостях врахування внутрішньодренної гідравліки дренажу, а також досліджень різних схем водопритоку для умов взаємодіючих систем променевого дренажу.

Результати досліджень можуть бути використані в технологічних розрахунках щодо обґрунтування ефективності застосування променевих дренажів.

1.Пивовар Н.Г. и др. Дренаж с волокнистыми фильтрами для защиты территорий от подтопления. – К.: Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000.– 332 с.

2.Телима С.В., Олійник Є.О. Про врахування внутрішньодренної гідравліки при розрахунках променевого водозбору // Тези доповідей “Наукові дослідження і розробки для інтенсифікації роботи систем водопостачання і водовідведення”. – К.: КНУБА, 2002. – С.36-37

3.Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навч. посібник. – К.: КНУБА, 2001. – 256 с.

4.Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. – Рівне: РДТУ, 2000. – 140 с.

5.Телима С.В. Аналіз методів розрахунку променевих дренажів // Вісник Черкаського держ. техн. ун-ту. – Черкаси: ЧДТУ, 2002. – №1.– С.90-96.

*Отримано 26.06.2003*

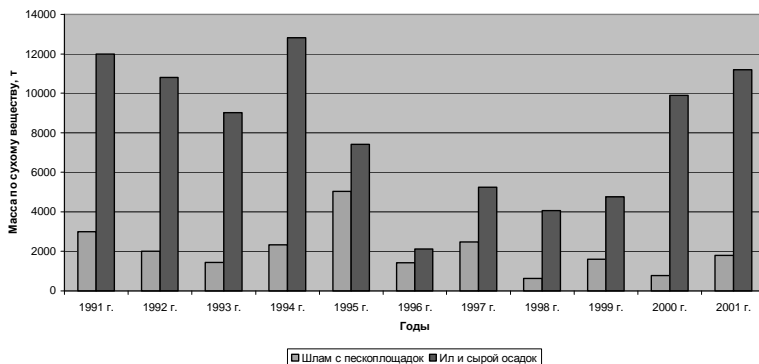
УДК 628.33.002

И.В.МАТВЕЕВА, Г.Я.ДРОЗД, д-р техн. наук  
*Луганский национальный аграрный университет*

## **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К УТИЛИЗАЦИИ НАКОПЛЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

Приведен количественный и качественный состав осадков сточных вод различного возраста для г.Луганска. Обоснован дифференцированный подход к способам утилизации осадков в зависимости от их качества. Предложен и обоснован путь утилизации осадка в асфальтобетон.

Осадки сточных вод, образующиеся на городских очистных сооружениях, являются одним из основных видов отходов предприятий водоочистки. На предприятиях ГКП «Горводоканал» г.Луганска образуется около 10 тыс. т отходов водоочистки в год (отходы с решеток, шлам с песколовок, ил и сырой осадок) (рис.1). Накопленные осадки занимают площадь более 60000 м<sup>2</sup> [1].



Динамика накопления осадков на площадках складирования отходов  
ГКП «Луганский «Горводоканал»

В соответствии с Законом Украины «Про відходи» и государственной программой «Отходы» возникла необходимость изыскать наиболее рациональные пути утилизации осадков сточных вод.

Анализ выполненных исследований [2, 3] показывает, что перспективным направлением утилизации осадков сточных вод является их использование в сельском хозяйстве в качестве удобрений. Однако широкого распространения этот способ на практике не нашёл в виду обоснованно настороженного отношения к этому методу санитарных и экологических органов. Представляет интерес попытка польских исследователей утилизировать высокотоксичные осадки сточных вод в подстилающий слой дорожной одежды [4]. Однако и здесь возникает вопрос о соотношениях органической и минеральной части осадков, которые могут резко снижать качество дорожной одежды.

Цель настоящего исследования – обосновать рациональные области утилизации накопленных осадков. Задачи исследования:

- определить и проанализировать качественный состав осадков;
- установить возможные области утилизации осадков;
- исследовать свойства асфальтобетона с наполнителем-осадком.

В исследованиях использовали осадки различного возраста и ви-

да:

- шлам с песковых площадок (1991 г.);
- осадок с иловых площадок (1991 г.);
- осадок с иловых площадок (2001 г.).

Качественные характеристики осадков определены в соответствии с [5] и приведены в табл.1, 2.

Таблица 1 – Характеристика органической и минеральной составляющих осадков, %

№ п/п	Орган. в-ва	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
1	7,82	39,96	11,97	10,42	0,35	16,47	0,39	6,45	1,20	0,78	3,70
2	33,40	26,56	9,45	6,56	0,23	12,69	2,72	3,44	0,79	0,51	3,22
3	61,10	14,00	4,41	3,47	0,25	9,18	0,39	3,44	0,52	0,58	3,24

Примечания: 1. Шлам с песковых площадок (1991 г.).

2. Осадок с иловых площадок (1991 г.).

3. Осадок с иловых площадок (2001 г.).

Таблица 2 – Содержание тяжёлых металлов в осадке сточных вод г. Луганска, мг/кг

Характеристика осадка	Zn	Cu	Cr	Cd	Ni	Co	Mn	Pb
Шлам с пескоплощадок (1991 г.)	4202	1235	2485	299	4230	64	823	478
Осадок с иловых площадок (1991 г.)	7149	1301	1834	1250	7164	125	554	274
Осадок с иловых площадок (2001 г.)	611	277	214	57	391	7.7	358	111
<b>ТУ 204 Украины 76-93</b>	2500	1500	750	30	200	100	2000	750

Анализируя качественный состав осадков (табл.1, 2), можно отметить следующее:

в «старых» осадках (1991 г.) количество беззольного вещества (органики) в 2-7 раз меньше, чем в «молодых» осадках (2001 г.), что вызвано минерализацией осадков вследствие распада органических веществ (табл.1);

осадки одного возраста (1991 г.), но различного вида (песчаные шламы и иловые осадки) отличаются в 2-5 раз по содержанию минеральных компонентов, что обусловлено стадией очистки воды (табл.1);

содержание тяжёлых металлов в «старых» осадках в 2-16 раз выше, чем в «молодых», что, вероятно, связано с прекращением работы в последнее время ряда промышленных предприятий (табл.2);

в сопоставлении с техническими условиями на осадок для использования в качестве удобрений (ТУ 204 Украины 76-93) «старые» осадки по содержанию тяжёлых металлов для применения в сель-

ском хозяйстве не пригодны, «молодые» же осадки по этому показателю при соответствующем обосновании могут быть использованы в качестве органоминеральных удобрений.

Накопленные объёмы «старых» осадков на площадках складирования г. Луганска с 1948 и 1974 гг. составляют более 100 тыс. т. В соответствии с рекомендациями фирмы «Деграмон» осадки такого качественного состава, как «старые», могут ликвидироваться после сушки и рекуперации отдельных ингредиентов путём сжигания. Однако это связано со значительными финансовыми затратами [6].

Натурные наблюдения за «старыми» осадками показали, что в высушенном состоянии они представляют собой мелкодисперсную массу. С учётом того, что минеральная составляющая этой массы колеблется в пределах 67-92%, была выдвинута гипотеза о возможности использования таких осадков в качестве наполнителя в асфальтобетонных смесях. Для подтверждения выдвинутой гипотезы проведены исследования степени соответствия высушенных осадков сточных вод г.Луганска требованиям ГОСТ 9128-84 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон», где осадок сточных вод выступает компонентом, заменяющим минеральный порошок.

Результаты исследования гранулометрического состава сухого осадка и его свойств приведены в табл.3.

Таблица 3 – Зерновой состав сухих осадков сточных вод, %

Вид осадка	Диаметры отверстий сит, мм					
	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Шлам песковых площадок (1991 г.)	13,8	41,1	60,2	77,4	89,3	100,0
Осадок иловых площадок (1991 г.)	29,4	48,1	66,4	83,8	93,4	100,0
Осадок иловых площадок (2001 г.)	46,5	71,3	82,4	90,5	95,9	100,0
<b>Минеральный порошок на ГОСТ 16557-78</b>	-	<b>100,0</b>	<b>90,0</b>	<b>70,0</b>	-	35,0

Как следует из табл.3, физико-механические параметры и свойства осадков находятся в допустимых пределах требований ГОСТ 16557-78 «Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей».

Асфальтобетонные смеси готовили в соответствии с ГОСТ 9128-84, заменяя минеральный порошок наполнителем из высушенного осадка сточных вод. Вещественный состав асфальтобетонных смесей приведён в табл.4, а в табл.5 – физико-механические параметры образцов асфальтобетона в сопоставлении с требованиями ГОСТ 9128-84.

Как следует из табл.5, образцы асфальтобетона, содержащие

осадки сточных вод, возраст которых составляет 12-13 лет (1991 г.), по своим физико-механическим параметрам полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-84. Образцы серии 3, содержащие в качестве наполнителя «молодой» осадок сточных вод (2001 г.) с высоким содержанием органических веществ, требованиям ГОСТ 9128-84 не отвечают.

Таблица 4 – Содержание компонентов, входящих в состав асфальтобетонных смесей, %

№ п/п	Вид наполнителя	Щебень	Отсев	Наполнитель (осадок)	Битум БН 60/90	Тип смеси
1	Шлам с пескоплощадок (12 лет хранения)	25	68	7	7-9	В
2	Осадок с иловых площадок (1991 г.).	30	63	7	8	В
3	Осадок с иловых площадок (2001 г.)	45	50	5	8	Б

Таблица 5 – Физико-механические параметры образцов асфальтобетона

№ п/п	Вид наполнителя	Объёмный вес	Водонасыщение, %	Набухание, %	Сопротивление сжатию, кгс/см <sup>2</sup>			
					20°	50°	вод°	Rвод/20
1	Шлам 1991г.	2,27	2,98	0,7	26,20	12,10	23,00	0,87
2	Осадок 1991г.	2,23	6,40	1,50	21,80	4,6	17,2	0,78
3	Осадок 2001г.	2,20	5,18	1,40	-	-	15,2	-
<b>ГОСТ 9128-84</b>	<b>Минеральный порошок</b>	<b>2,2-2,4</b>	<b>2,5-6,0</b>	<b>&lt;1,5</b>	<b>&gt;20</b>	<b>&gt;11</b>	<b>-</b>	<b>&gt;0,7</b>

Таким образом, лабораторными исследованиями доказано, что осадки сточных вод, содержащие большое количество тяжёлых металлов и относящиеся к 4 классу опасности, могут быть утилизированы в асфальтобетон. При этом в 1 м<sup>3</sup> асфальтобетона может быть утилизировано в среднем 7% по массе сухого осадка, что составит около 150 кг на 1 м<sup>3</sup> асфальтобетонной смеси.

Таким образом, накопленные на площадках складирования осадки сточных вод не равнозначны по своему химическому составу: «старые» осадки экологически более опасны по содержанию тяжёлых металлов, более минерализованы и по существующим технологиям не пригодны к утилизации; «молодые» осадки содержат примерно в 2-10 раз меньше тяжёлых металлов и имеют значительное содержание органических веществ.

Вследствие необходимости избавления от отходов могут быть рекомендованы наиболее рациональные способы утилизации накопленных осадков в г.Луганске в зависимости от их возраста (качественного состава): «молодые» осадки, удовлетворяющие ТУ 204 Украины 76-93,

могут быть использованы как удобрения в сельском хозяйстве; «старые» осадки, отягощённые тяжёлыми металлами, могут быть использованы в сухом состоянии как наполнитель в асфальтобетон.

Как наполнитель в асфальтобетон (заменитель минерального порошка) могут быть рекомендованы осадки сточных вод возрастом не менее 10 лет. Физико-механические показатели асфальтобетонов с наполнителем из шламов песковых площадок и осадков иловых площадок в количестве до 7% от массы асфальтобетона полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-84. Удельная утилизация составляет до 150 кг в 1 м<sup>3</sup> асфальтобетона.

1. Матвеева И.В., Мыськова Г.М. Существование проблемы утилизации осадков сточных вод как актуальной на сегодняшний день в г. Луганске // Вісник ДонДАБА. Вип.6(31). – Макіївка, 2001. – С. 86-89.

2. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991. – 128 с.

3. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ "Рівненська друкарня", 2002. – 662 с.

4. Обезвреживание отходов гальванических процессов // Мир науки. – 1990. – №2. – С.31-32.

5. НСАМ Инструкция № 341-ХС Атомно-абсорбционное определение токсичных тяжёлых металлов в почвах и донных отложениях. – М.: ВИМС, 1991.

6. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Техничко-екологіческие записки по проблеме утилизации осадков городских и промышленных сточных вод. – Донецк, 2001. – 340 с.

*Получено 18.06.2003*

УДК 628.316

В.Е.ТЕРНОВЦЕВ, д-р техн. наук, Г.М.КОЧЕТОВ, канд. хим. наук

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

Л.И.ПОТАПЕНКО

*Киевский национальный университет им.Т.Г.Шевченко*

## **РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В ОСВЕТИТЕЛЕ СО ВЗВЕШЕННЫМ ОСАДКОМ**

Построена математическая модель очистки сточных вод линии никелирования от взвешенных веществ и ионов железа в осветлителе со взвешенным осадком, предложено ее аналитическое решение. Рассчитаны оптимальные значения основных параметров очистки воды в осветлителе, которые согласуются с экспериментальными.

Промывные сточные воды гальванических производств образуются при промывке металлоизделий после их химической и электрохимической обработки. На основании анализа большого количества данных состава сточных вод цехов и участков никелирования, усредненные значения основных загрязнений можно охарактеризовать сле-